

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-79861

(43) 公開日 平成9年(1997) 3月28日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 C 19/72		9402-2F 9402-2F	G 0 1 C 19/72	P J
G 0 2 B 6/122			G 0 2 F 1/035	
G 0 2 F 1/035			G 0 2 B 6/12	D

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平7-236984

(22) 出願日 平成7年(1995) 9月14日

(71) 出願人 000003388

株式会社トキメック

東京都大田区南蒲田2丁目16番46号

(72) 発明者 中村 茂

東京都大田区南蒲田2丁目16番46号 株式
会社トキメック内

(72) 発明者 北條 武

東京都大田区南蒲田2丁目16番46号 株式
会社トキメック内

(72) 発明者 渡邊 邦芳

東京都大田区南蒲田2丁目16番46号 株式
会社トキメック内

(74) 代理人 弁理士 松隈 秀盛

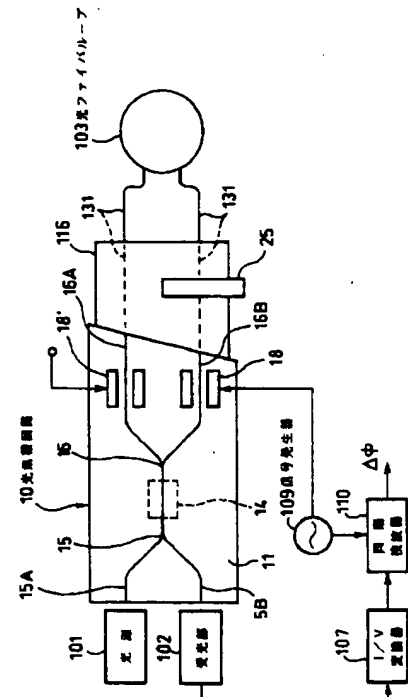
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバジャイロ及び光集積回路

(57) 【要約】

【課題】 デポラライザの機能を有する光集積回路を含む光ファイバジャイロを提供することを目的とする。

【解決手段】 光源と光集積回路と光ファイバループと受光器とを有する光ファイバジャイロにおいて、光集積回路の導波路と光ファイバループの端部の間に四分の一波長板を配置し、四分の一波長板の主軸を導波路の主軸に対して45°傾斜させる。



本発明による光ファイバジャイロの第1の例

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と2つの光を分岐し且つ合成する光分岐手段と光ファイバループと受光器とを有し、上記光分岐手段は上記光源からの光を2つに分岐して上記光ファイバループの両端に供給し上記光ファイバループを互いに反対方向に伝播した光を合成して干渉光を生成し、該干渉光は上記受光器によって検出されるように構成された光ファイバジャイロにおいて、

上記光ファイバループはシングルモード光ファイバによって形成され、上記光ファイバループの両端又は一端に四分の一波長板が配置され、該四分の一波長板の光軸は入射する偏光の光軸に対して45°傾斜して配置されていることを特徴とする光ファイバジャイロ。

【請求項2】 請求項1記載の光ファイバジャイロにおいて、

上記四分の一波長板の光路方向の厚さは上記光源のコヒーレンス長より大きいことを特徴とする光ファイバジャイロ。

【請求項3】 請求項1又は2記載の光ファイバジャイロにおいて、

上記光分岐手段は光集積回路に形成された導波路よりなるY分岐を含むことを特徴とする光ファイバジャイロ。

【請求項4】 請求項3記載の光ファイバジャイロにおいて、

上記光分岐手段は光集積回路に形成された導波路よりなる2つのY分岐を含むことを特徴とする光ファイバジャイロ。

【請求項5】 請求項3又は4記載の光ファイバジャイロにおいて、

上記光集積回路に偏光子が集積されていることを特徴とする光ファイバジャイロ。

【請求項6】 請求項3又は4記載の光ファイバジャイロにおいて、

上記光集積回路はプロトン交換法によって形成されていることを特徴とする光ファイバジャイロ。

【請求項7】 請求項3、4、5又は6記載の光ファイバジャイロにおいて、

上記四分の一波長板は上記集積回路と上記光ファイバループを接続する接続部材によって支持されていることを特徴とする光ファイバジャイロ。

【請求項8】 請求項7記載の光ファイバジャイロにおいて、

上記接続部材は珪素(Si)板に形成されたV溝に上記光ファイバループの端部を支持するように構成されていることを特徴とする光ファイバジャイロ。

【請求項9】 請求項7又は8記載の光ファイバジャイロにおいて、

上記四分の一波長板は上記接続部材に形成された溝に挿入されて支持されていることを特徴とする光ファイバジャイロ。

【請求項10】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8又は9記載の光ファイバジャイロにおいて、上記四分の一波長板は光路に垂直な面に対して傾斜して配置されていることを特徴とする光ファイバジャイロ。

【請求項11】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9又は10記載の光ファイバジャイロにおいて、上記光源からの光のスペクトルは広域スペクトルであることを特徴とする光ファイバジャイロ。

【請求項12】 基板とその上面に沿って形成された導波路とを有する光集積回路において、

上記導波路の光路に四分の一波長板が設けられ、該四分の一波長板の主軸は上記導波路の主軸に対して45°傾斜していることを特徴とする光集積回路。

【請求項13】 請求項12記載の光集積回路において、上記四分の一波長板は珪素(Si)よりなる光ファイバ保持部材によって支持されていることを特徴とする光集積回路

【請求項14】 請求項12又は13記載の光集積回路において、

上記導波路はY分岐を形成しており、該Y分岐の各分岐に沿って位相変調器が形成されていることを特徴とする光集積回路。

【請求項15】 請求項12、13又は14記載の光集積回路において、

上記導波路に偏光子が形成されていることを特徴とする光集積回路。

【請求項16】 光源と受光器と光集積回路と光ファイバループと上記光集積回路と光ファイバループの間に配置された四分の一波長板とを有する光ファイバジャイロの製造方法において、

珪素(Si)板の上面にV溝を形成することと、該V溝に上記光ファイバループの端部の光ファイバを装着することと、上記V溝内に配置された光ファイバを切断するように上記珪素(Si)板に横断方向の溝を形成することと、該横断方向の溝に四分の一波長板を挿入することと、を含む光ファイバジャイロの製造方法。

【請求項17】 請求項16記載の光ファイバジャイロの製造方法において、

上記横断方向の溝はダイシング技術によって形成することを特徴とする光ファイバジャイロの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光ファイバジャイロ及び斯かる光ファイバジャイロに使用される光集積回路に関する。

【0002】

【従来の技術】 光ファイバジャイロは光のサグナック効果(サニャック効果)を利用して角速度を計測するように構成されており、高い信頼性を有し装置を小型化することが利点がある。光ファイバジャイロのうち、

干渉型光ファイバジャイロと称する形式のものがある。これは複数回巻かれた光ファイバループよりなる1本の長い光路を互いに反対方向に光を伝播させ斯かる2つの伝播光の位相差より角速度を求めるように構成されている。

【0003】図7は干渉型のうち位相変調方式の光ファイバジャイロの例を示す。光ファイバジャイロは、半導体レーザ、発光ダイオード等の光源101と入射光を電流に変換する受光器102と1本の光ファイバを複数回巻いて形成された光ファイバループ103と偏光子104と光ファイバを伝播する光を合成し又は分岐するカプラ105、106と偏光を無偏光化するためのデポラライザ111とを有する。

【0004】光源101より出力された光線は第1のカプラ105及び偏光子104を経由して第2のカプラ106に導かれる。第2のカプラ106によって光線は2つに分岐され、光ファイバループ103を互いに反対方向に伝播する。一方は、デポラライザ111を経由して光ファイバループ103を右周りに伝播し、他方は左周りに伝播する。

【0005】光ファイバループ103内を互いに反対方向に伝播した光は第2のカプラ106によって合成され、干渉光が生成される。斯かる干渉光は、再び偏光子104及び第1のカプラ105を経由して受光器102に導かれ、それによって検出される。

【0006】光ファイバループ103に角速度 Ω が加わると、サグナック効果によって、光ファイバループ103内を互いに反対方向に伝播する2つの光に位相差 $\Delta\phi$ が生ずる。斯かる位相差 $\Delta\phi$ は角速度 Ω に比例し、次の式で表される。

【0007】

【数1】 $\Delta\phi = (2\pi LD/\lambda C)\Omega$

【0008】ここに、 Ω は光ファイバループ103の中心軸線周りの角速度、 D は光ファイバループ103のループ直径、 L は光ファイバループ103の長さ、 λ は光源101から出力される光線の波長、 C は光速を表す。

【0009】光ファイバジャイロは、更に、電流・電圧変換器107と位相変調器108と信号発生器109と同期検波器110とを有する。受光器102より出力された電流は電流・電圧変換器107によって電圧に変換され電圧信号として出力される。

【0010】位相変調器108は光ファイバループ103の一端に配置されており、信号発生器109から供給された基準信号によって作動される。位相変調器108によって光ファイバループ103内を互いに反対方向に伝播する2つの光は位相変調される。右周りの伝播光は光ファイバループ103の入口で位相変調され、左周りの伝播光は光ファイバループ103の出口で位相変調される。信号発生器109から供給される信号の角周波数を ω_P とすれば、電流・電圧変換器107の出力電圧 V

は、

【0011】

【数2】 $V = K [1 + \cos \Delta\phi \cdot J_0(z) - 2 J_2(z) \cos 2\omega_P t + \dots - \sin \Delta\phi \cdot J_1(z) \cos \omega_P t - \dots]$

【0012】となる。ここで、 z は位相変調度、 J_0 、 J_1 、 J_2 、 \dots はベッセル関数、 K は比例定数、 t は時間である。

【0013】同期検波器110には信号発生器109から角周波数 ω_P の信号が供給され、斯かる基準信号によって出力電圧 V の角周波数 $n\omega_P$ の成分のうち角周波数 ω_P の成分が同期検波され、 $\sin \Delta\phi$ に比例する出力 $2KJ_1(z) \sin \Delta\phi$ が出力される。これより、位相差 $\Delta\phi$ を求めて、数1の式より角速度 Ω が求められる。

【0014】次に、偏光子104及びデポラライザ（偏光解消器）111の機能について説明する。偏光子104及びデポラライザ111を有する光ファイバジャイロの例は、例えば特開平5-5624号に記載されており、詳細は、斯かる公報を参照されたい。光源101より出力される光は互いに直交する偏光面を有し強度が等しい2つの偏光、TE偏光及びTM偏光を含む。以下に、TE偏光及びTM偏光をx偏光及びy偏光と呼ぶこととする。

【0015】x偏光及びy偏光は光ファイバループ103において伝播速度が僅かに異なり、それに起因して干渉光の位相差 $\Delta\phi$ に誤差が生ずる。従って光ファイバジャイロでは、高い測定精度を得るために、偏光子104を設け、単一の偏光面を有する偏光、例えばx偏光が使用される。

【0016】しかしながら、x偏光の如き、直線偏光であっても、長尺の光ファイバループ103を伝播すると、伝播中に偏波状態が変化し偏光方向に直角な偏光成分が生ずる。例えば、x偏光が光ファイバループ103を伝播するとy偏光が生成される。従って、カプラ106によって得られる干渉光には、互いに偏光方向が直交するx偏光及びy偏光が含まれる。斯かる2つの偏光の伝播速度の差に起因して干渉光の位相差 $\Delta\phi$ に誤差が生ずる。

【0017】デポラライザ111は、互いに直交する偏光面を有する2つの偏光又は単一の偏光面を有する1つの偏光を入力して、強度が等しく且つ位相差が大きい、即ち、互いに干渉性がない2つの偏光を生成する。

【0018】デポラライザ111は光ファイバループ103の一端に設けられている。右周りの伝播光は光ファイバループ103の入口でデポラライザ111によって無偏光化され、左周りの伝播光は光ファイバループ103の出口でデポラライザ111によって無偏光化される。

【0019】例えば、偏光子104によってx偏光が生

成され、第2のカブラ106によって2つに分岐されるものと仮定する。一方のx偏光は光ファイバルーブ103の入口でデポライザ111によって無偏光化され、互いに干渉性がなく且つ直交する強度が等しい2つの偏光を生成する。斯かる2つの偏光は光ファイバルーブ103を右周りに伝播して第2のカブラ105に導かれる。他方のx偏光は光ファイバルーブ103を左周りに伝播してから出口でデポライザ111によって無偏光化され、互いに干渉性がなく且つ直交する強度が等しい2つの偏光を生成する。

【0020】光ファイバルーブ103を右周りに伝播する無偏光化された2つの偏光と左周りに伝播するx偏光は、伝播中に直交する偏光成分を生成するが、最終的には無偏光となる。斯かる伝播光は第2のカブラ106によって合波され、干渉光が得られる。しかしながら、斯かる干渉光の強度信号には、y偏光及び伝播中に生成した偏光成分に起因した誤差は生じない。

【0021】図8を参照して従来のデポライザ111の構成及び機能を説明する。ここではリヨー（LYOT）型デポライザ111を説明する。リヨー型デポライザ111の例は、例えば特開昭62-223614号に記載されており、詳細は斯かる公報を参照されたい。リヨー型デポライザ111は、典型的には2本の偏波面保存ファイバ111A、111Bを接続することによって構成されている。偏波面保存ファイバは伝播する偏光の偏光面を主軸（偏波面保存軸）に一致した状態で保持するように機能する。

【0022】一方の偏波面保存ファイバ111Bの長さ L_2 は、他方の偏波面保存ファイバ111Aの長さ L_1 の2倍より大きい。即ち、 $L_2 > 2L_1$ である。また一方の偏波面保存ファイバ111Bの主軸 y_2 、 x_2 は他方の偏波面保存ファイバ111Aの主軸 y_1 、 x_1 に対して 45° 傾斜するように接続されている。

【0023】光ファイバルーブ103が偏波面保存ファイバによって構成されている場合には、一方の偏波面保存ファイバ111Bは光ファイバルーブ103の端部であってよく、第2のカブラ106に接続された光ファイバが偏波面保存ファイバによって構成されている場合には、他方の偏波面保存ファイバ111Aは第2のカブラ106に接続された光ファイバであってよい。

【0024】第1の偏波面保存ファイバ111Aの端部より、例えば主軸 x_1 、 y_1 方向の2つの偏光面を有する偏光又は主軸 x_1 方向の単一の偏光面を有する直線偏光が入射されたと仮定する。斯かる偏光は第2の偏波面保存ファイバ111Bを伝播し、互いに直交する主軸 x_2 、 y_2 方向の偏光面を有する2つの偏光が生成される。

【0025】第2の偏波面保存ファイバ111Bと第1の偏波面保存ファイバ111Aの長さの差 $\Delta L = L_2 - L_1$ は十分大きく、従って2つの偏光が第2の偏波面保

存ファイバ111Bを伝播する間に十分大きな光路差が生ずる。こうして、第2の偏波面保存ファイバ111Bからは、強度が等しく且つ互いに干渉しないように十分大きい光路差を有する2つの偏光成分を有する光が得られる。即ち、第1の偏波面保存ファイバ111Aに入射された偏光は無偏光化される。

【0026】

【発明が解決しようとする課題】図8に示したように、リヨー（LYOT）型デポライザ111は、2つの偏波面保存ファイバ111A、111Bを主軸が互いに他に対して 45° 回転した状態で融着接続することによって形成されている。2つの主軸の間の回転角度は正確に 45° でなければならない。リヨー（LYOT）型デポライザ111は、高い製造精度が要求され且つ温度変化等の外乱に敏感であるという欠点があった。

【0027】また、リヨー（LYOT）型デポライザ111は、2つの偏波面保存ファイバ111A、111Bの融着接続部を保護する部材の寸法が比較的大きいため、光ファイバジャイロの小型化の妨げとなり、また光集積回路の使用に適していなかった。

【0028】本発明は、斯かる点に鑑み、外乱の影響を受けることがない且つ小型化が可能な光ファイバジャイロを提供することを目的とする。

【0029】本発明は、斯かる点に鑑み、リヨー（LYOT）型デポライザ111を使用することなく、デポライザ機能を組み込んだ光集積回路を提供することを目的とする。

【0030】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、例えば図1及び図2に示すように、光源と2つの光を分岐し且つ合成する光分岐手段と光ファイバルーブと受光器とを有し、上記光分岐手段は上記光源からの光を2つに分岐して上記光ファイバルーブの両端に供給し上記光ファイバルーブを互いに反対方向に伝播した光を合成して干渉光を生成し、該干渉光は上記受光器によって検出されるように構成された光ファイバジャイロにおいて、上記光ファイバルーブはシングルモード光ファイバによって形成され、上記光ファイバルーブの両端又は一端に四分の一波長板が配置され、該四分の一波長板の光軸は入射する偏光の光軸に対して 45° 傾斜して配置されている。

【0031】本発明によれば、光ファイバジャイロにおいて、上記四分の一波長板の光路方向の厚さは上記光源のコヒーレンス長より大きいことを特徴とする。

【0032】本発明によれば、上記光分岐手段は光集積回路に形成された導波路よりなるY分岐を含むことを特徴とする。本発明によれば、上記光分岐手段は光集積回路に形成された導波路よりなる2つのY分岐を含むことを特徴とする。本発明によれば、上記光集積回路に偏光子が集積されていることを特徴とする。本発明によれば、上記光集積回路はプロトン交換法によって形成され

ていることを特徴とする。

【0033】本発明によれば、光ファイバジャイロにおいて、上記四分の一波長板は上記集積回路と上記光ファイバループを接続する接続部材によって支持されていることを特徴とする。

【0034】本発明によれば、光ファイバジャイロにおいて、上記接続部材は珪素（Si）板に形成されたV溝に上記光ファイバループの端部を支持するように構成されていることを特徴とする。上記四分の一波長板は上記接続部材に形成された溝に挿入されて支持されていることを特徴とする。

【0035】本発明によれば、光ファイバジャイロにおいて、上記四分の一波長板は光路に垂直な面に対して傾斜して配置されていることを特徴とする。本発明によれば、光ファイバジャイロにおいて、上記光源からの光のスペクトルは広域スペクトルであることを特徴とする。

【0036】本発明によれば、基板とその上面に沿って形成された導波路とを有する光集積回路において、上記導波路の光路に四分の一波長板が設けられ、該四分の一波長板の主軸は上記導波路の主軸に対して45°傾斜していることを特徴とする。

【0037】本発明によれば、光集積回路において、上記四分の一波長板は珪素（Si）よりなる光ファイバ保持部材によって支持されていることを特徴とする。

【0038】本発明によれば、光集積回路において、上記導波路はY分岐を形成しており、該Y分岐の各分岐に沿って位相変調器が形成されていることを特徴とする。本発明によれば、光集積回路において、上記導波路に偏光子が形成されていることを特徴とする。

【0039】本発明によれば、光源と受光器と光集積回路と光ファイバループと上記光集積回路と光ファイバループの間に配置された四分の一波長板とを有する光ファイバジャイロの製造方法において、珪素（Si）板の上面にV溝を形成することと、該V溝に上記光ファイバループの端部の光ファイバを装着することと、上記V溝内に配置された光ファイバを切断するように上記珪素（Si）板に横断方向の溝を形成することと、該横断方向の溝に四分の一波長板を挿入することと、を含む。

【0040】本発明によれば、光ファイバジャイロの製造方法において、上記横断方向の溝はダイシング技術によって形成することを特徴とする。

【0041】本発明によると、四分の一波長板によってリヨー（LYOT）型デポラライザと同様な無偏光化の機能が提供される。

【0042】光集積回路の導波路を伝播した偏光は四分の一波長板に伝播し、互いに直交する2つの偏光面を有する偏光が生成される。斯かる2つの偏光成分は、四分の一波長板を伝播する間に十分な位相差を生じる。こうして、互いに干渉性がない2つの偏光成分が生成される。

【0043】

【発明の実施の形態】以下に図1～図6を参照して本発明の実施例について説明する。図1に本発明による光集積回路及びそれを使用した光ファイバジャイロの第1の例を示す。本例の光ファイバジャイロは、光源101及び受光器102と光集積回路10と接続部材116と接続部材116に支持された四分の一波長板25と光ファイバループ103とを有し、更に、電流電圧変換器107、信号発生器109及び同期検波器110を有する。

【0044】本例の光ファイバジャイロは、図7の従来の光ファイバジャイロと比較して、偏光子104、2つのカプラ105、106、位相変調器108の代わりに光集積回路10が使用され、リヨー型デポラライザ111の代わりに接続部材116に支持された四分の一波長板25が使用されている点が異なり、それ以外は従来の光ファイバジャイロの構成と同様であってよい。

【0045】本例によると、四分の一波長板25はリヨー型デポラライザ111と同様に互いに直交する2つの偏光面を有するX偏光及びY偏光を含む直線偏光を無偏光化する機能を有する。四分の一波長板25の機能の詳細は後に説明する。

【0046】本例によると、光集積回路10は2つのY分岐15、16と第2のY分岐16の2つの分岐16A、16Bに沿って形成された位相変調器18、18'とを有する。2つのY分岐15、16及びその各々の分岐15A、15B、16A、16Bは基板11の上面に形成された導波路よりなる。斯かる位相変調器18、18'は第2のY分岐16の2つの分岐16A、16Bの一方又は両方に設けてよい。

【0047】第1のY分岐15の一方の分岐15Aの先端には光源101が配置され、第1のY分岐15の他方の分岐15Bの先端には受光器103が配置されている。光源101及び受光器103は第1のY分岐15の各分岐15A、15Bの先端、即ち、基板11の端面より隔置されてよく又は適当な方法によって接合されてよい。

【0048】本例によると、光集積回路10と光ファイバループ103の間に接続部材116が設けられており、斯かる接続部材116は第2のY分岐16の分岐16A、16Bと光ファイバループ103の両端の光ファイバ113、113を接続するように機能する。

【0049】本例によると、光ファイバループ103の両端の光ファイバ131、131を横断するように四分の一波長板25が設けられている。斯かる四分の一波長板25は接続部材116によって支持されている。四分の一波長板25は2つの光ファイバ131、131の一方又は両方に設けられてよい。

【0050】図2を参照して本発明による光ファイバジャイロ及び光集積回路の第2の例を説明する。本例の光ファイバジャイロは、光源101及び受光器102と1

つのカブラ105と光集積回路30と2つの接続部材115及び116と第2の接続部材116に支持された四分の一波長板25と光ファイバループ103とを有し、更に、電流電圧変換器107、信号発生器109及び同期検波器110を有する。

【0051】本例の光ファイバジャイロは、図7の従来の光ファイバジャイロと比較して、偏光子104、位相変調器108の代わりに2つの接続部材115及び116と光集積回路30が使用され、リヨ型デポラライザ111の代わりに四分の一波長板25が使用されている点
10
が異なり、それ以外は従来の光ファイバジャイロの構成と同様であってよい。

【0052】本例によると、光集積回路30は基板31の上面に形成されたY分岐36と斯かるY分岐36の分岐36A、36Bに沿って形成された位相変調器38、38'とを有する。斯かる位相変調器38、38'は2つの分岐、即ち、導波路36A、36Bの一方又は両方に設けてよい。

【0053】光集積回路30の両側にはそれぞれ接続部材115、116が設けられている。第1の接続部材115はカブラ105より延在する光ファイバ131をY分岐36の導波路に接続し、第2の接続部材116はY分岐36の分岐36A、36Bをそれぞれ光ファイバ
20
ループ103の両端の光ファイバ131、131に接続するように機能する。

【0054】図1に示した本発明の第1の例と同様に、光ファイバループ103の両端の光ファイバ131、131を横断するように四分の一波長板25が設けられている。斯かる四分の一波長板25は第2の接続部材116によって支持されている。四分の一波長板25は2つの光ファイバ131、131の一方又は両方に設けられ
30
てよい。

【0055】図1に示した光集積回路10及び図2に示した光集積回路30は周知の適当な方法によって製造されてよい。例えば、Y分岐15、16、36及びその各分岐15A、15B、16A、16B、36A、36Bを構成する導波路、位相変調器18、38等、はフォトリソグラフィ技術を使用して製造されてよい。基板11、31として例えばニオブ酸リチウム(LiNbO₃)又はタンタル酸リチウム(LiTaO₃)が使用
40
される。導波路の形成方法には熱拡散法、プロトン拡散法等がある。

【0056】本例によると、光集積回路10、30は好ましくは偏光分離機能を有する。プロトン交換型の光集積回路では導波路が偏光子の機能を果たすので偏光子を特に設ける必要はない。しかしながら、チタン拡散型の光集積回路では導波路が偏光子の機能を有することはないから、光集積回路に偏光子を形成する必要がある。斯かる偏光子は金属装荷型に形成されてよい。

【0057】本例の光集積回路10、30は好ましくは

プロトン交換型であり、従って、図1及び図2に示すように、偏光子が設けられていない。しかしながら、本例の光集積回路10、30をチタン拡散型とし、偏光子を別個に設けてもよい。斯かる場合、図1に示す例では、偏光子14(破線にて示す。)は光集積回路10に形成され、2つのY分岐15、16の間に設けられる。図3に示す例では、偏光子14(破線にて示す。)はY分岐36の導波路に形成してもよい。

【0058】本例によると光集積回路10、30に形成されたY分岐15、16、36及びその分岐15A、15B、16A、16B、36A、36Bはシングルモード導波路であり、光ファイバループ103、131、131はシングルモード光ファイバである。また、光源101としてスーパーluminescentダイオード(SLD)が使用されてよく、光源からの光のスペクトルは広域スペクトルである。

【0059】図3を参照して四分の一波長板25の配置及び機能を詳細に説明する。光集積回路10、30のY分岐16、36の一方の分岐、即ち、導波路16B、36Bの部分とそれに接続された光ファイバループ103の一端の光ファイバ131の部分を示し、接続部材116は省略されている。導波路16B、36Bの主軸をO_x、O_yとする。図示のように四分の一波長板25の結晶軸C-Cは導波路16Bの主軸O_x、O_yに対して45°回転傾斜している。

【0060】四分の一波長板25は周知のように、互いに直交する2つの偏光面を有する偏光の間に1/4波長の光路差を生じさせる。また、主軸に対して45°傾斜した直線偏光が入射すると透過光は円偏光となる。従って、四分の一波長板25によってリヨ型デポラライザと同様な無偏光化の機能が提供される。

【0061】四分の一波長板は適当な厚さの複屈折板よりなり、斯かる複屈折板としてルチル(TiO₂)、水晶、方解石(結晶)等が使用される。複屈折板の厚さは入射した2つの直線偏光の間に1/4波長、詳細には(2n+1)/4波長の光路差が生ずるように設定される。光源のコヒーレンス長(可干渉距離)より大きい光路差を生じさせることによって、2つの直交する偏光は互いに独立となり、出射光は無偏光化されることが
40
できる。

【0062】本例によると、四分の一波長板25の厚さは光源のコヒーレンス長(可干渉距離)の3~4倍である。例えば、30μm程度のコヒーレンス長を有するスーパーluminescentダイオード(SLD)を光源101として用い、ルチル板を四分の一波長板として用いる場合、その厚さを0.3mm程度とすることによって、2つの互いに直交する直線偏光の間の光路差を(2n+1)/4とすることができる。

【0063】図4及び図5を参照して接続部材、即ち、支持部材116に支持された四分の一波長板25の配置

位置を説明する。図4A及び図5Aは接続部材116を含む部分の平面構成、図4B及び図5Bはその側面構成を示す。図4に示す例では、四分の一波長板25は光ファイバ131に対して垂直に配置され、図5に示す例では、四分の一波長板25は光ファイバ131に垂直な面に対して傾斜して配置されている。図5の例のように、四分の一波長板25を傾斜して配置することによって、光の反射に起因する損失を減少させることができる。

【0064】図6を参照して、四分の一波長板25を接続部材、即ち、支持部材116に配置する方法を説明する。図6Aに示すように、支持部材116の上面にV溝120を形成する。支持部材116は珪素(Si)によって形成してよい。図6Bに示すように、光ファイバ131を斯かるV溝120に配置して固定する。光ファイバ131は適当な接着剤によって固定されてよい。図6Cに示すように、光ファイバ131を横断するように溝122を形成する。即ち、溝122を形成するとき同時に光ファイバ131は切断される。

【0065】斯かる溝122は、半導体の製造工程にて使用されるダイシング技術によって形成してよい。半導体の製造工程では、ウエハを切断してチップを形成するときダイシング用カッタが使用される。斯かるダイシング用カッタによって図6Cに示す如き溝122が形成されてよい。

【0066】最後に図6Dに示すように、溝122に四分の一波長板25が挿入され、固定される。溝122及び四分の一波長板25は、図4に示した例のように、光ファイバ131に垂直に配置されてよく、図5に示した例のように、光ファイバ131に垂直な面に対して傾斜して配置されてよい。尚、2つの光ファイバ131、131の両者に対して四分の一波長板25を配置する場合には、溝122は2つのV溝120、120に対して形成される。

【0067】以上本発明の実施例について詳細に説明してきたが、本発明は上述の実施例に限ることなく本発明の要旨を逸脱することなく他の種々の構成が採り得ることは当業者にとって容易に理解されよう。

【0068】

【発明の効果】本発明の光ファイバジャイロによると、四分の一波長板によってデポラライザの機能が提供されるから、装置を小型化することができる利点がある。

【0069】本発明の光ファイバジャイロによると、リヨ型デポラライザの代わりに四分の一波長板を使用するから、製造工程を容易化できる利点がある。

【0070】本発明の光集積回路によると、ダイシング技術を使用して四分の一波長板を挿入するための溝を形成するから、正確に且つ容易に四分の一波長板を挿入し

光軸を整合させることができる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ファイバジャイロの第1の例を示す図である。

【図2】本発明の光ファイバジャイロの第2の例を示す図である。

【図3】本発明の光ファイバジャイロの一部詳細を示す図である。

【図4】四分の一波長板の配置状態を説明するための説明図である。

【図5】四分の一波長板の配置状態を説明するための説明図である。

【図6】四分の一波長板を組み立てる方法を説明するための説明図である。

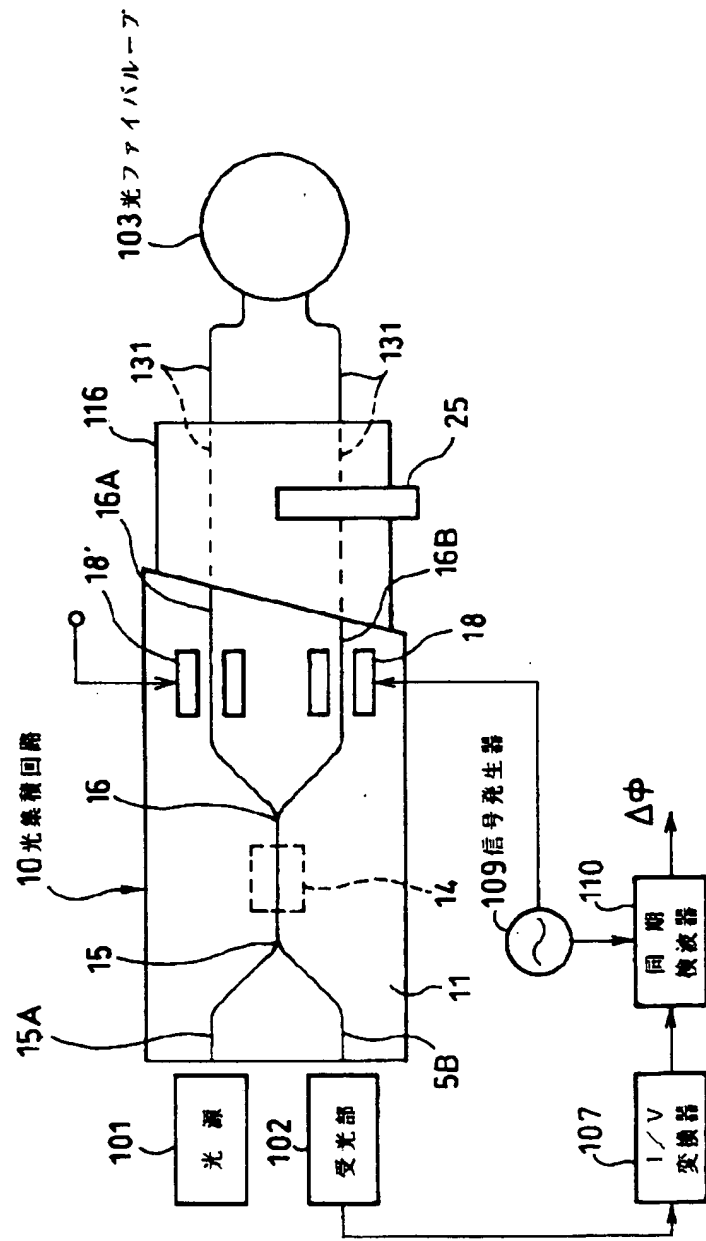
【図7】従来の光ファイバジャイロの例を示す図である。

【図8】従来のリヨ型デポラライザの構成を示す図である。

【符号の説明】

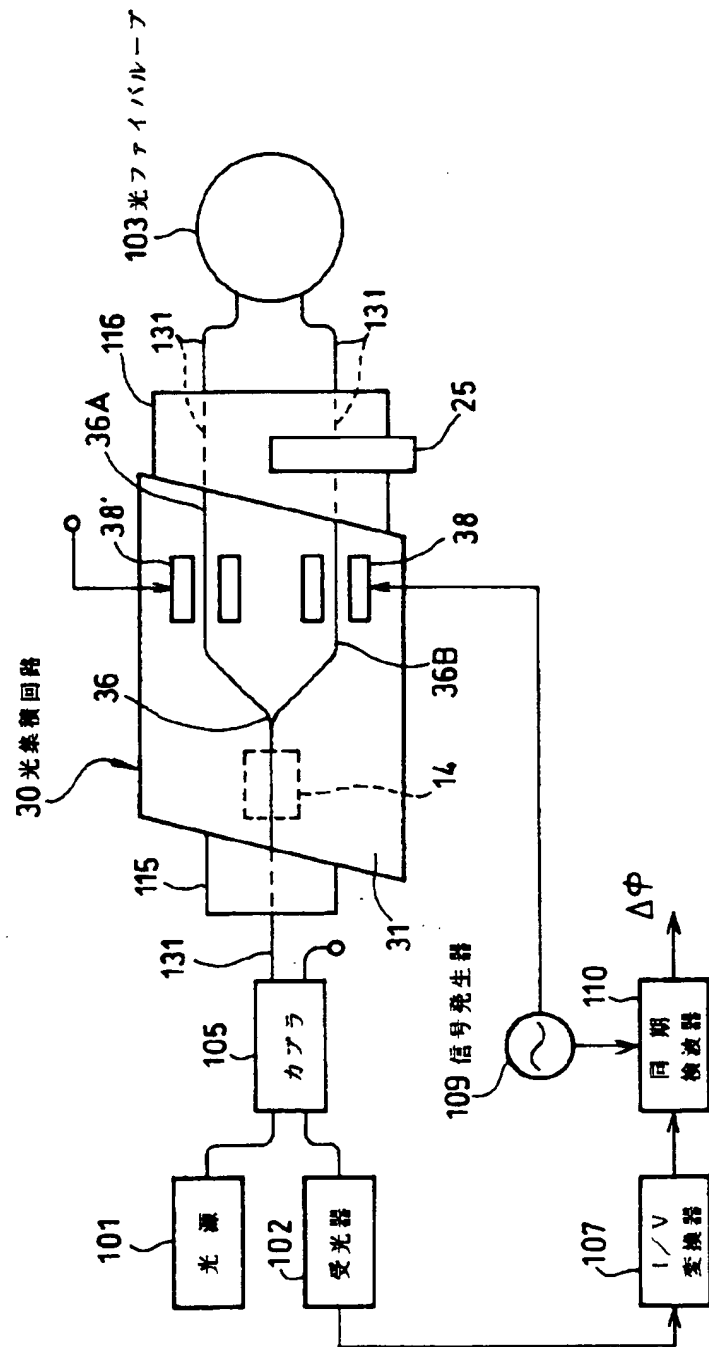
- 10 光集積回路
- 11 基板
- 14 偏光子
- 15、16 Y分岐
- 15A、15B Y分岐の分岐
- 16A、16B Y分岐の分岐
- 18、18' 位相変調器
- 25 四分の一波長板
- 30 光集積回路
- 31 基板
- 36 Y分岐
- 36A、36B Y分岐の分岐(導波路)
- 38、38' 位相変調器
- 101 光源
- 102 受光器
- 103 光ファイバループ
- 104 偏光子
- 105、106 カブラ
- 107 電流電圧変換器
- 108 位相変調器
- 109 信号発生器
- 110 同期検波器
- 111 リヨ型デポラライザ
- 131 光ファイバ
- 115 接続部材
- 116 接続部材、支持部材
- 120 V溝
- 122 溝

【図1】



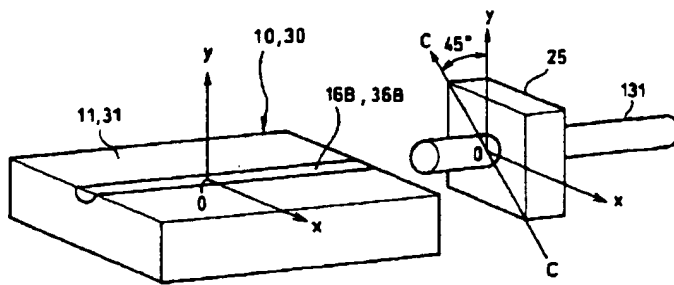
本発明による光ファイバダイオードの第1の例

【圖 2】



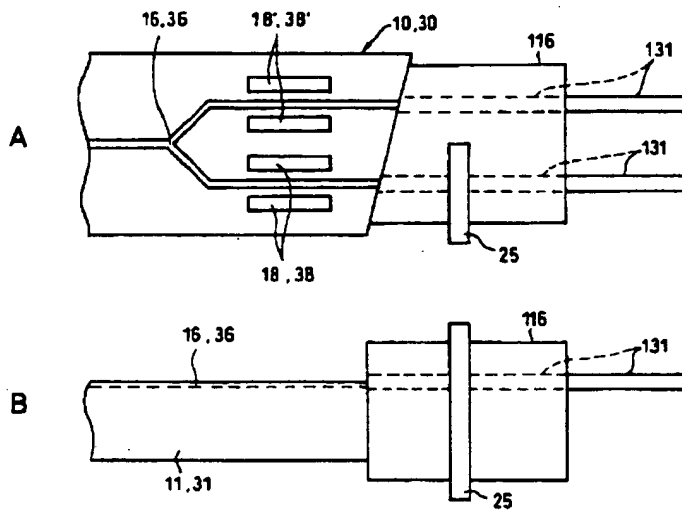
本發明による光ファイバジャイロの第2の例

【図 3】



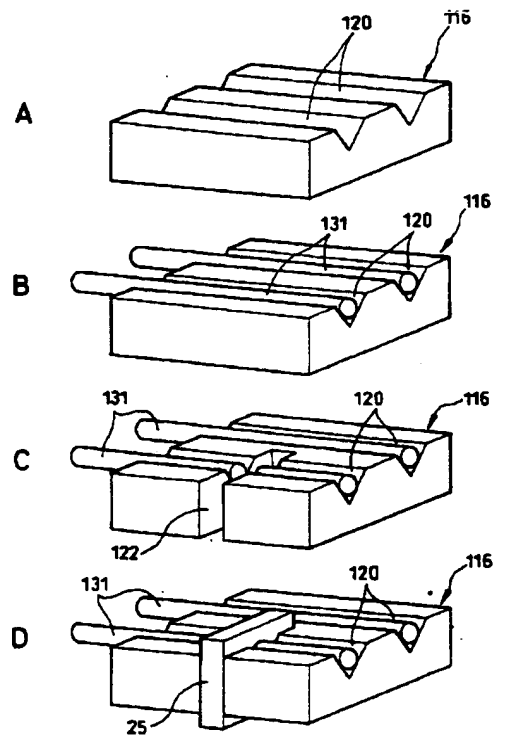
$\lambda/4$ 板の光軸の方向

【図 4】



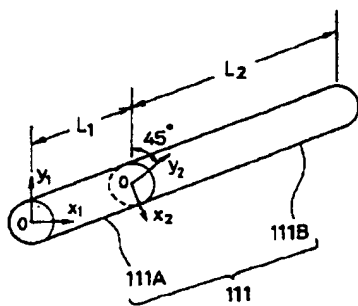
四分の一波長板の配置状態

【図 6】



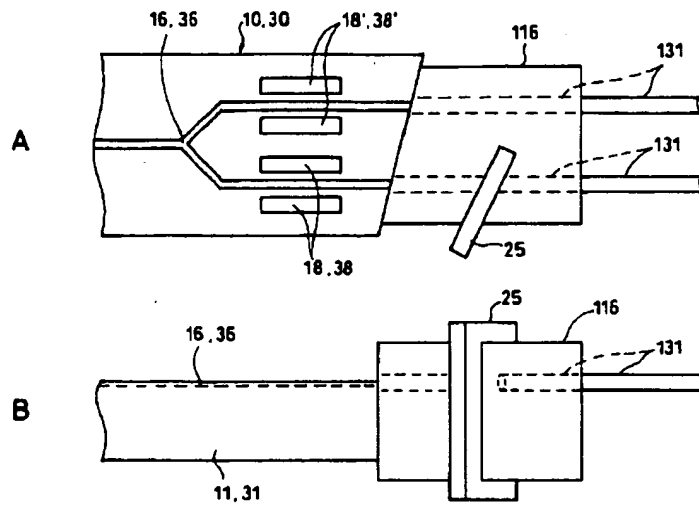
四分の一波長板の装着方法の例

【図 8】



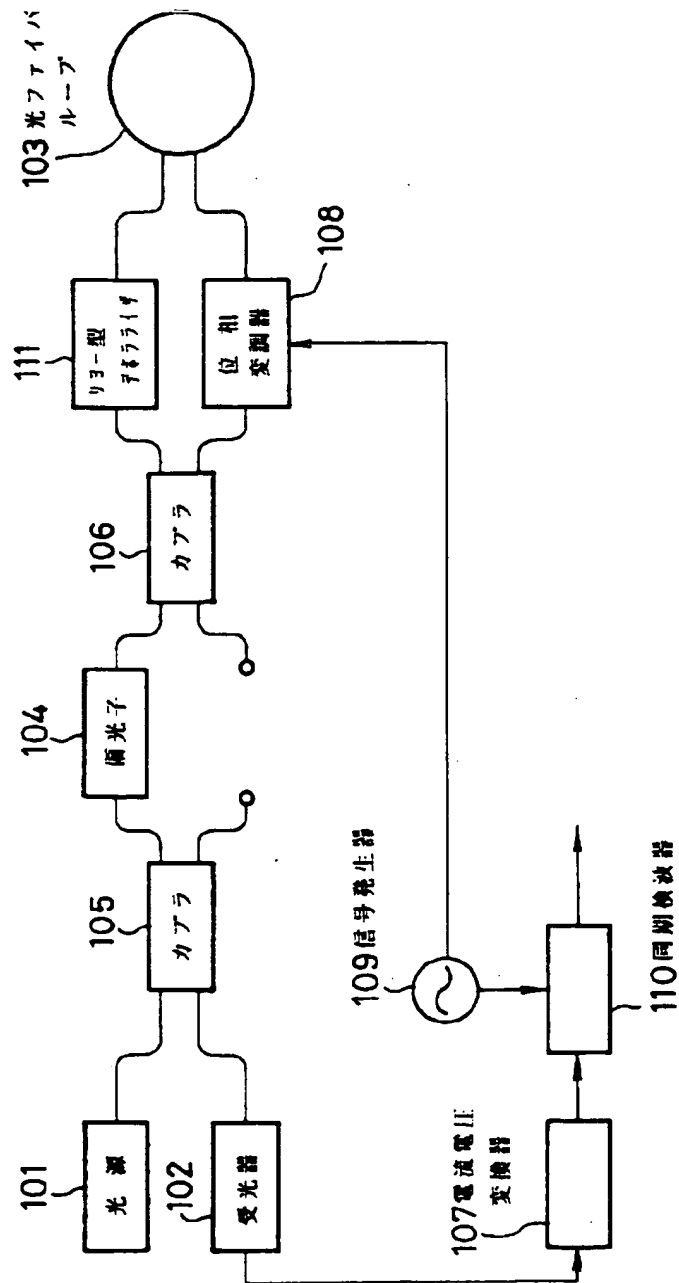
リヨ型デポライザの構成例

【図5】



四分の一波長板の配置状態

【図7】



従来の光ファイバ遅延回路の例

フロントページの続き

(72) 発明者 益嶋 健守
 東京都大田区南蒲田2丁目16番46号 株式
 会社トキメック内